

**PRV**PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen**Intyg  
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande Swedish Seabased Energy AB, Uppsala SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0300870-3  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2003-03-27  
Date of filing

REC'D 14 APR 2004

WIPO PCT

Stockholm, 2004-03-24

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

*Marita Öun*  
Marita Öun

Avgift  
Fee

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET  
SWEDEN

Postadress/Adress  
Box 5055  
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone  
+46 8 782 25 00  
Vx 08-782 25 00

Telex  
17978  
PATOREG S

Telefax  
+46 8 666 02 86  
08-666 02 86

## VÅGKRAFTAGGREGAT

### *Uppfinningens område*

Föreliggande uppfinning hänför sig ur en första aspekt till ett vågkraftaggregat, innefattande en flytkropp och en elektrisk linjärgenerator, vars rotor medelst förbindelseorgan är förbunden med flytkroppen och vars stator är anordnad att förankras i havs/sjö-botten, vilket aggregat även innefattar fjädringsorgan anordnat att utöva en kraft på rotorn, vilken kraft under åtminstone en del av rotorns rörelse är motriktad den av flytkroppen på rotorn utövande lyftkraften, varvid rotorn till följd av rörelser hos flytkroppen och den av fjädringsorganet utövande kraften är anordnad att utföra en fram- och återgående rörelse mellan två ändlägen definierande rotorns slaglängd, varvid aggregatet är anordnat för en bestämd maximal slaglängd. Rotorns rörelseriktning definierar generators längdriktning och ett plan vinkelrätt mot rörelseriktningen definierar generators tvärriktning.

Ur en andra aspekt hänför sig uppfinningen till ett vågkraftverk innefattande ett flertal vågkraftaggregat enligt uppfinningen.

Ur en tredje aspekt hänför sig uppfinningen till användning av det uppfunna vågkraftaggregatet för att producera elektrisk ström.

Ur en fjärde aspekt hänför sig uppfinningen till ett förfarande för generering av elektrisk energi.

I föreliggande ansökan används termen rotor för linjärgenerators rörliga del. Det torde således förstås att termen rotor ej avser en roterande kropp utan en linjärt fram- och återgående kropp. Med rotorns rörelseriktning avses således dess linjärrörelseriktning.

Vågkraftaggregatet enligt uppfinningen är i första hand avsett för men ej begränsat till tillämpningar upp till 500 kW.

Att statorn är anordnad för förankring i havsbotten innebär ej nödvändigtvis att den är belägen på ensamma. Ej heller att den måste vara stelt förbunden med havsbotten. Således kan statorkonstruktionen naturligtvis vara flytande uppbyggen och förankringen endast utgöras av en lina eller liknande som förhindrar att aggregatet driver iväg.

### *Uppfinningens bakgrund*

Vågrörelser i hav och stora insjöar är en potentiell energikälla som hitintills är föga utnyttjad. Den tillgängliga vågenergin beror på våghöjden och är naturligt-

vis olika för olika platser. Den genomsnittliga vågenergin under ett år är avhängig de olika vindförhållandena, som påverkas mycket av platsens avstånd från närmaste kust. Mätningar har bl.a. gjorts i Nordsjön. Vid ett mätställe ca 100 km väster om Jyllands kust där djupet var ca 50 m har uppmätningar av våghöjden gjorts.

5 För att nyttiggöra energin som är tillgänglig genom havsvågornas rörelser har olika slag av vågkraftaggregat för generering av elkraft föreslagits. Dessa har dock ej lyckats kunna konkurrera framgångsrikt med konventionell elkraftsproduktion. Hittills förverkligade vågkraftverk har i huvudsak varit försöksanläggningar eller använts för lokal energiförsörjning till navigationsbojar. För att kommersiell el-  
10 produktion ska kunna vara möjlig och därmed ge tillgång till den stora energireserv som finns i havsvågornas rörelser erfordras inte bara att utplaceringen av aggregaten sker på lämpligt lokaliserade ställen. Det är också nödvändigt att aggregatet är driftsäkert, har hög verkningsgrad samt låg tillverknings- och driftskostnad.

Bland de tänkbara principer för omvandlingen av vågrörelseenergin till  
15 elektrisk energi torde därvid en linjärgenerator i störst utsträckning motsvara dessa krav.

Flytkroppens vertikala rörelser förorsakade av vågrörelserna kan därmed direkt överföras till en fram och återgående rörelse hos generatorns rotor. En linjärgenerator kan utföras mycket robust och enkel och genom att den förankras vid  
20 bottnen blir den stabilt opåverkbar av strömningar i vattnet. Den enda rörliga delen hos generatorn blir den fram- och återgående rotorn. Aggregatet blir genom sina få rörliga delar och sin enkla konstruktiva uppbyggnad mycket driftsäkert.

Genom exempelvis US 6 020 653 är förut känt ett vågkraftaggregat som baserar sig på linjärgeneratorprincipen. Skriften beskriver således en vid bottnen  
25 förankrad generator som producerar elenergi från havsyttans vågrörelser. En generatorspole är förbunden med en flytkropp så att spolen rör sig upp och ned med vågrörelserna. Ett magnetfält verkar på spolen då den rör sig så att en elektromagnetisk kraft alstras i denna. Magnetfältet är sådant att det åstadkommer ett likformigt fält med enkelmagnetisk orientering utmed hela spolens slaglängd. Gene-  
30 ratorn innefattar en basplatta på havsbottnen som bär upp manetkärnan i vilken spolen rör sig.

Vidare är genom US 4 539 485 förut känt ett vågkraftaggregat försedd med en elektrisk linjärgenerator. Dess rotor består av ett antal permanentmagneter och generatorns lindning är anordnad i den omgivande statorn.

I PCT/SE02/02405 beskrivs vidare ett vågkraftaggregat med linjärgenerator vid vilket rotorn är permanentmagnetisk och statorn innefattar lindning bildande ett flertal poler fördelade i rotorns rörelseriktning. Ett fjädringsorgan är anordnat som en dragfjäder och utövar en nedåtriktad dragkraft på rotorn, dvs. riktad mot  
5 flytkroppens lyftkraft.

Då flytkroppen lyfts av en våg medför detta att rotorn i generatorm dras uppåt. En del av den då alstrade energin omvandlas till elektrisk energi och en del lagras i dragfjädern. Då flytkroppen därefter rör sig från en vågtopp till en vågdal dras rotorn nedåt av dragfjädern. Därvid omvandlas den i fjädern lagrade energin  
10 till elektrisk energi.

Då en enkel mekanisk dragfjäder används kommer omvandlingen till elektrisk energi att ske olikformigt, vilket skapar störningar och ger dåliga betingelser för energiomvandlingen.

Ändamålet med föreliggande uppfinning är mot denna bakgrund att söka  
15 bemästra detta problem vid ett vågkraftaggregat av det aktuella slaget så att omvandlingen till elektrisk energi optimeras.

### **Redogörelse för uppfinningen**

Det uppställda ändamålet har ur uppfinningens första aspekt ernåtts genom att ett vågkraftaggregat av det i patentkravets 1 ingress angivna slaget innefattande de speciella särdragen att fjädringsorganet är anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande 50% av rotorns maximala slaglängd utöva en kraft vars storlek varierar med en faktor som är högst 2,5.  
20

Lösningen enligt uppfinningen baserar sig på en identifiering av orsakerna till uppkomsten av störningarna och den dåliga energiomvandlingen. Orsakerna kan härledas till funktionssättet hos en mekanisk dragfjäder. Fjäderkraften hos en sådan är normalt proportionellt mot fjäderns förlängning från ett neutralläge. Därmed kommer den av fjädern utövade kraften på rotorn att variera avsevärt under rotorns rörelse och därmed även rotorns hastighet. Vid uppåtgående rörelse hos  
25 rotorn överföres till en början en relativt stor del av energin till elektrisk energi och endast en mindre del till fjädern eftersom motkraften från denna då är förhållandevis lite. Under rörelsens senare del blir förhållandet det motsatta eftersom fjäderkraften då är större. Ett motsvarande förlopp uppträder även vid den nedåtgående  
30

rörelsen. Här står en avgörande orsak till de olikformiga energiomvandlingen att finna.

Baserat på denna insikt används enligt uppfinningen således ett fjädringsorgan där nämnda olikformighet reduceras genom att fjädringskraftens variation  
5 begränsas. Tack vare att fjädringskraftens variation är högst 1:2,5 under nämnda intrvall kommer förhållandet mellan den energi som lagras i fjädringsorganet och den energi som omvandlas till elektrisk energi att variera relativt lite under rotorns rörelse. Följden blir en förbättrad omvandling till elektrisk energi.

Den begränsade variationen av fjädringskraften som funktion av rotorns  
10 läge kan åstadkommas på många olika sätt. Exempelvis kan en mycket lång fjäder användas, vilken redan i det rotorläge som motsvarar kort fjäderlängd är såpass spänd att dragkraften uppgår till halva den dragkraft som uppträder i det andra ändläget. Ett annat sätt är att fjädringsorganet är sammansatt av ett flertal fjädrar  
15 sionsfjäder utgör ytterligare ett tänkbart alternativ. Vidare finns andra slag av fjädrar än rent mekaniska som med fördel kan användas för att uppnå den eftersträvande kraftvariationen.

Enligt en föredragen utföringsform av det uppfunna vågkraftaggregatet variera storleken av fjädringsorganets kraft inom nämnda intervall med en faktor som  
20 är högst 1,25. Såsom torde framgå av redogörelsen ovan är det önskvärt att kraften varierar så lite som möjligt under rörelsen. Ehuru redan ett variationsområde på 1:2,5 medför betydande fördelar är det än mer gynnsamt med ett snävare variationsområde. Därför medför en variation på högst 1:1,25 ett speciellt gynnsamt utförande.

25 Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är kraften i huvudsak konstant. Såsom torde framgå av resonemanget närmast ovan utgör detta den optimala utföringsformen avseende det problem som föreliggande uppfinning är fokuserad på.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är fjädringsorganet anordnat  
30 att vid en rörelseamplitud motsvarande 90 % av rotorns maximala slaglängd utöva en kraft, vars storlek varierar med en faktor som är högst 10. Visserligen tillgodo görs uppfinningens fördelar i hög grad även då området för kraftvariationsbegränsning bara utgör ca 50 % av den maximala slaglängden eftersom vågrörelserna oftast ligger inom detta område. Även när vågrörelserna är större än så upp-

nås ju effekten under den större delen av rörelsen. Om området för begränsning av kraftvariationen dock utsträcks i enlighet med denna utföringsform kommer uppfinningens fördelar att kunna tillgodogöras fullt ut även vid mycket kraftiga vågrörelser.

5 Enligt ytterligare en föredragen utföringsform varierar kraften med en faktor av högst 1,5 under detta större område. Därmed uppnås ett speciellt gynnsamt utförande.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar fjädringsorganet en gasfjäder. Eftersom en sådan normalt har en fjädringskraft som i huvudsak är  
10 konstant oberoende av förlängningsgrad är användandet av en gasfjäder i detta sammanhang synnerligen ändamålsenligt.

Enligt en alternativ utföringsform är fjädringsorganet mekaniskt. Visserligen kräver en sådan lösning speciella åtgärder för att påverka fjäderkaraktärstiken. Vid vissa applikationer kan dock denna utföringsform erbjuda en fördelaktigt  
15 enkel och tillförlitlig realisering av uppfinningen.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform har fjädringsorganet olinjär fjäderkaraktärstik. Detta underlättar att optimera kraftvariationen under beaktande av andra betingelser som påverkar förloppet.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar fjädringsorganet  
20 en aktivt styrd fjäder. Fjädringskraftens förändring kan därmed anpassas till specifika omständigheter som uppträder under förloppet, t.ex. genom att styra fjäderkraften i beroende av någon för energiomvandlingens effektivitet signifikant parameter.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar fjädringsorganet  
25 ett flertal fjädrar. Detta är en enkel metod att åstadkomma eftersträvd profil för kraftens variation.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform är fjädringsorganet anordnat att under en kort sträcka intill det ändläge hos rotorn som motsvaras av flytkroppens läge på en vågtopp vid maximal slaglängd utöva en kraft som är flera gånger  
30 större än den maximala kraften under 90 % av rotorns maximala slaglängd. Därmed uppnås en kraftig inbromsning av rotorns uppåtgående rörelse i dess slutfas när vågrörelsen är sådan att maximal slaglängd utnyttjas. Med denna inbromsning undviks skaderisker jämfört med om ett stelt stopp begränsar slaglängden.

Därvid utgör enligt en föredragen utföringsform nämnda korta sträcka mindre än 10 % av rotorns maximala slaglängd. En inbromsningssträcka i den storleksordningen är tillräckligt stor för att medge en någorlunda mjuk inbromsning och tillräckligt liten för att ej ha någon störande inverkan på rörelseförloppet i öv-  
5 rigt. Företrädesvis är nämnda sträcka mindre än 5 % av maximala slaglängden.

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform ökar kraften under nämnda korta sträcka med avtagande avstånd till ändläget. Inbromsningen blir därmed harmonisk i det att den inledningsvis sker mjukt och första alldeles intill ändläget med full styrka.

10 Enligt ytterligare en föredragen utföringsform innefattar fjädringsorganet ett eller flera separata fjädringselement för anbringande av kraft under nämnda korta sträcka. Då fjädringskraften under denna sträcka skall skilja sig avsevärt från den under resten av rörelsen är ett eller flera separata element ett enkelt och ändamålsenligt sätt att uppnå detta.

15 Därvid är enligt en föredragen utföringsform vadera separata fjädrings-elementet en mekanisk tryck- eller dragfjäder. En sådan är lämplig för åstadkommande av den önskvärda karaktäristiken under denna fas. Elementet kan företrädesvis utgöras av en gummikropp.

Ovan angivna föredragna utföringsformer av det uppfunna vågkraftaggre-  
20 gatet anges i de av kravet 1 beroende patentkraven.

Ur uppfinningens andra, tredje och fjärde aspekter har det uppställda ändamålet ernåtts genom att ett vågkraftverk innefattar ett flertal vågkraftaggregat enligt uppfinningen, genom användning av ett vågkraftverk enligt uppfinningen för att producera elektrisk ström, respektive genom att ett förfarande för produktion av  
25 elektrisk ström genomförs medelst ett vågkraftaggregat enligt uppfinningen, vilket anges i kraven 16, 17 respektive 18.

Genom det uppfunna vågkraftaggregatet, den uppfunna användningen och det uppfunna förfarandet vinnes fördelar av motsvarande slag som vid det uppfunna vågkraftaggregatet och de föredragna utföringsformerna av detta och  
30 som redogjorts för ovan.

Uppfinningen förklaras närmare genom efterföljande detaljerade beskrivning av fördelaktiga utföringsexempel av densamma under hänvisning till medföljande ritningsfigurer.

**Kort beskrivning av ritningarna**

- Fig. 1 är en schematisk sidovy av ett känt vågkraftaggregat av det slag uppfinningen hänför sig till.
- Fig. 2 är ett snitt längs linjen II - II i fig. 1.
- 5 Fig. 3 visar en detalj hos ett vågkraftaggregat som faller utanför uppfinningens ram.
- Fig. 4 är en graf illustrerande fjäderkraften som funktion av rörelsesträcka vid vågkraftaggregatet enligt fig. 3.
- Fig. 5 visar på samma sätt som i fig. 3 en motsvarande detalj hos ett vågkraftaggregat i enlighet med uppfinningen.
- 10 Fig. 6 är en graf motsvarande den i fig. 4 och relaterad till fig. 5.
- Fig. 7 visar ett alternativt utföringsexempel av en detalj av uppfinningen.
- Fig. 8 är en graf motsvarande den i fig. 4 och 5 och som är relaterat till exemplet i fig. 7.
- 15 Fig. 9 visar ytterligare ett alternativt utföringsexempel av en detalj av uppfinningen.
- Fig. 10 är en graf motsvarande den i fig. 4 och 5 och som är relaterad till exemplet i fig. 9.
- Fig. 11 visar ytterligare ett alternativt utföringsexempel av en detalj av uppfinningen.
- 20 Fig. 12 är en graf motsvarande den i fig. 4 och 5 och som är relaterad till exemplet i fig. 11.
- Fig. 13. är en motsvarande graf illustrerande ett ytterligare utföringsexempel.
- Fig. 14 illustrerar ett alternativt utföringsexempel på fjädringsorganet.
- 25 Fig. 15 illustrerar ytterligare ett alternativt utföringsexempel på fjädringsorganet.
- Fig. 16 är en graf illustrerande alternativa samband mellan rotorns läge och fjädringskraften.
- Fig. 17 är ett schema som illustrerar sammankopplingen av ett flertal aggregat enligt uppfinningen till ett vågkraftverk.
- 30

**Beskrivning av fördelaktiga utföringsexempel**

Fig. 1 illustrerar principen för ett vågkraftaggregat enligt uppfinningen. En flytkropp 3 är anordnad att flyta på havsytan 2. Vågor bibringar flytkroppen 3 fram- och återgående vertikalrörelse. Vid botten 1 är en linjärgenerator 5 förankrad via



en i botten fäst basplatta 8 som kan vara en betongplatta. Vid basplattan 8 är linjärgeneratorns stator 6a, 6c fäst. Statoren består av fyra vertikala pelarliktande statorpaket av vilka endast två är synliga i figuren. I utrymmet mellan statorpaketen är generatorns rotor 7 anordnad. Denna är förbunden med flytkroppen 3 medelst en  
 5 lina 4. Rotorn 7 är av permanentmagnetiskt material.

Basplattan 8 har ett centralt anordnat hål 10, och koncentriskt med detta är ett bottenhål 9 upptaget i havsbotten. Bottenhålet 9 kan lämpligtvis vara fodrat. Vid bottenhålets 9 nedre ände är en dragfjäder 11 fäst, vilken med sin andra ände är fäst vid rotorns 7 nedre ände. Hålet 10 i basplattan 8 och bottenhålet 9 har en  
 10 diameter som medger att rotorn 7 kan röra sig fritt genom dessa.

Vardera statorpaket 6a, 6c är sammansatt av ett antal moduler. I det visade exemplet är på statorpaketet 6a markerat hur detta är uppdelat i tre vertikalt fördelade moduler 61, 62, 63.

Då flytkroppen 3 genom vågrörelsema i havsytan 2 rör sig upp och ner  
 15 överförs denna rörelse via linan 4 till rotorn 7 som får en motsvarande fram- och återgående rörelse mellan statorpaketen. Därmed genereras ström i statorlindningarna. Bottenhålet 9 medger att rotorn kan passera hela statoren i sin nedåtgående rörelse. Dragfjädern 11 ger en tillskottskraft för den nedåtgående rörelsen så att linan 4 hela tiden hålls sträckt.

20 Fjädern kan också vara utformad så att den i vissa situationer även kan utöva en uppåtriktad kraft. Med ett reglerorgan 28 kan fjäderns fjäderkonstant regleras så att resonans uppnås så stor del av tiden som möjligt.

För att kunna motstå saltvatten är statoren het eller delvis impregnerad med VPI eller silikon.

25 Figur 2 är ett snitt längs linjen II-II i fig. 1. I detta exempel har rotorn 7 kvadriskt tvärsnitt och ett statorpaket 6a-6d är anordnad vid vardera av rotorns 7 sidor. Med 12a-12d markeras respektive statorpakets lindning. Av figuren framgår även plåtarnas orientering i vardera statorpaket. Luftgapet mellan rotorn och intilliggande statorpaket är i storleksordningen någon mm.

30 Grundprincipen för föreliggande uppfinning illustreras i fig. 3 - 6. Fig. 3 illustrerar schematiskt ett vågkraftaggregats rotor 7, en vid denna fäst dragfjäder 11 och linan 4 som förbinder rotorn 7 med flytkroppen. Figuren är avsedd att åskådliggöra det problem föreliggande uppfinning är relaterat till och visar därför ett utförande som ligger utanför uppfinningens ram. Rotorn visas i sitt nedre maximala

ändläge. Figuren är försedd med en längdskala, där 0 representerar rotorns nedre ändläge och 4 dess övre ändläge. Längdenheten kan för enkelhetens skull anges vara meter. I det nedre ändläget för rotorn är fjädern i sitt neutralläge och utövar ingen kraft på rotorn 7. Då rotorn 7 av flytkroppens lyft rörelse dras uppåt spänns fjädern 11 så att rotorn vid  $s = 1$  påverkas av en dragkraft  $F_1$  från dragfjädern och vid  $s = 2$  av en dragkraft  $F_2$  från dragfjädern etc. Kraften från fjädern är proportionell mot förlängningen så att  $F_2 = 2 F_1$  etc.

Detta illustreras i grafen i fig. 4 där fjädringskraften  $F$  anges som funktion av rotorns avstånd  $s$  från sitt nedre ändläge. Denna ökar alltså kraftigt under den uppåtgående rörelsen, vilket leder till de i beskrivningsinledningen angivna olägenheterna. Även vid relativt måttlig vågamplitud motsvarande en slaglängd av halva den maximala varierar kraftens med en faktor 3.  $F_0$  = kraften vid nedre ändläget = 0.  $F_4$  = kraften vid övre ändläget. För en amplitud 90 % av maximala slaglängden kommer kraften att variera med en faktor 19.

Fig. 5 illustrerar på motsvarande sätt som i fig. 3 ett vågkraftaggregat i enlighet med uppfinningen. Här är dragfjädern 11 förspänd då rotorn befinner sig i sitt nedre ändläge. Fjädern 11 har i det läget en längd som är tre gånger dess längd vid neutralläget. Därmed påverkas rotorn redan vid sitt nedre maximala ändläge av en kraft  $F_0$  från fjädern. Fjäderkraften  $F_1$  då rotorn förflyttat sig 1 meter uppåt blir med den angivna utgångspunkten  $F_1 = \frac{3}{2} F_0$ . I läget 2 meter ovanför ändläget blir kraften  $F_2 = \frac{4}{2} F_0$ .

I grafen i fig. 6 illustreras på motsvarande sätt som i fig. 4 hur kraften varierar med rotorns avstånd från sitt nedre ändläge. Kraften kommer att variera med en faktor 3 mellan ändlägena. Vid rotor rörelser på halva maximala slaglängden kommer kraften som mest att variera med en faktor 1,7. Vid rotor rörelser motsvarande 90 % av maximala slaglängden kommer kraften att variera med en faktor av ca 3.

Ett utförande enligt fig. 5 reducerar således avsevärt problemet med varierande kraft, om än i begränsad grad. Eftersträvensvärt är att få lutningen på grafen så flack som möjligt. Ännu flackare lutning kan naturligtvis erhållas genom att utnyttja en ännu längre fjäder som i rotorns nedre ändläge är mer utdragen än i det i fig. 5 visade exemplet. Det kan dock medföra praktiska olägenheter att ha en

mycket lång dragfjäder. Motsvarande effekt kan i stället erhållas genom att låta fjädringsorganet vara sammansatt av ett flertal separata fjädringselement som är kopplade på ett sådant sätt att en flack karaktäristik uppnås i F-s-diagrammet.

I fig. 7 visas en alternativ utföringsform där fjädringsorganet utgörs av en torsionsfjäder 11a, kopplad till rotorn via en rörelseöverföringsmekanism 13 som omvandlar linjär rörelse till rotationsrörelse.

Med lämpligt utförande av torsionsfjädern och förspänningsgrad av denna kan en förhållandevis flack F-s-graf erhållas såsom illustreras i fig. 8, där fjäderkraften på rotorn mellan dess maximala ändlägen varierar mindre än 20 %.

I fig. 9 illustreras ytterligare ett alternativt utföringsexempel av uppfinningen. Fjädringsorganet utgörs här av en gasfjäder 11b. En sådan är utomordentligt lämplig i detta sammanhang eftersom gasfjädrar finns i utföranden där fjäderkraften är i huvudsak konstant oberoende av förlängningen.

I fig. 10 illustreras detta i en graf av motsvarande slag som de tidigare visade graferna.

Ytterligare ett utföringsexempel visas i fig. 11. Vid statorpaketets övre ände är på vardera statorenhet fäst ett stag 14 på vilken är fäst vardera en gummikropp 15. Då rotorn närmare sig sitt övre ändläge kommer den i slutskedet att anligga mot gummikropparna 15 som då pressas samman. Gummikropparna utgör därvid en del av det totala fjädringsorgan som påverkar rotorn 7 och som i övrigt kan innefatta något av de tidigare beskrivna fjädringselementen. Syftet med gummikropparna är att få en mjuk inbromsning av rotorn intill ändläget.

Från det ögonblick rotorn kommer i kontakt med gummikropparna 15 adderas en start nedåtriktad kraft på rotorn, vilken växer mycket kraftigt då den pressas samman gummikropparna. Detta förlopp illustreras grafiskt i fig. 12.

Ett motsvarande arrangemang kan anordnas vid rotorns nedre maximala ändläge. Detta utförande representeras i grafen i fig. 13.

Det må framhållas att ovan gjorda beskrivning utgår från en idealiserad förenkling. Bilden kompliceras av att flytkroppens upp- och nedåtgående rörelse är olikformig beroende av vågornas form. Vidare kommer flytkroppens nedsänkning i vattnet att påverkas i beroende av motkraftens storlek, vilket tillsammans med lians töjbarhet ger ytterligare tillskott av elastiska krafter. Dessa aspekter inverkar dock förhållandevis marginellt och förtar ej relevansen hos den grundläggande principen

I fig. 14 illustreras hur fjädringsorganet 11c kan var sammansatt av ett flertal fjädrar, där vardera fjäder kan ha en speciell karaktäristik och där infästningspunkten kan vara på olika höjd. Olika slag av fjädrar kan innefattas och vara kopplade på olika sätt till varandra.

5 I fig. 15 illustreras hur ett fjädringsorgans fjäderkraft kan styras. Detta symboliseras i figuren med ett förskjutbart infästningsstöd 16, vars läge påverkas av en styrenhet 17. Denna kan vara anordnad att automatiskt styra infästningsstöds läge som svar på signaler på en avkänningsenhet 18, vilken t.ex. kan avkänna den i statorn genererade strömmen.

10 Fjäderkraftens storlek som funktion av rotorns läge behöver ej nödvändigtvis vara linjärt. I fig. 16 illustreras några exempel där detta ej är fallet. Funktionen kan således vara sådan att fjäderkraften ökar kraftigare ju större rotorns avstånd från bottenläget är, vilket motsvarar kurva A. det motsatta kan även vara tänkbart, såsom i kurva B. Kurvorna C och D representerar förlopp där fjäder-

15 kraften har ett maximum respektive ett minimum vid rotorns mittläge. Kurva E illustrerar ytterligare ett alternativ, där funktionen är sammansatt av flera linjära delsträckor. De illustrerade funktionerna kan erhållas genom lämplig kombination av fjädrar och/eller styrning av respektive fjäders kraft.

Ett vågkraftverk enligt uppfinningen består av två eller flera aggregat av

20 det ovan beskrivna slaget. I fig. 17 illustreras hur dessa sammankopplas för att leverera energi till ett elnät. I det visade exemplet består kraftverket av tre stycken aggregat symboliskt markerade med 20a-20c. Vardera aggregat är via en brytare eller kontaktor 21 och en likriktare 22 ansluten till en växelriktare 23, i en bipolär koppling enligt figuren. I figuren är kopplingsschema utritat endast för aggregatet

25 20a. Det torde förstås att övriga aggregat 20b, 20c är anslutna på motsvarande sätt. Växelriktaren 23 levererar trefasström till elnätet 25, eventuellt via en transformator 24 och/eller ett filter. Likriktarna kan vara dioder som kan vara styrda och av typen IGBT, GTO eller tyristor, innefatta styrda bipolära komponenter eller vara ostyrda.

30 Spänningarna på DC-sidan kan vara parallellkopplade, seriekopplade eller en kombination av båda delarna.

## PATENTKRAV

1. Vågkraftaggregat innefattande en flytkropp (3) och en elektrisk linjärgenerator (5), vars rotor (7) medelst förbindelseorgan (4) är förbunden med flytkroppen  
5 så att lyftkraft överförs från flytkroppen (3) till rotorn (7) och vars statör (6) är anordnad att förankras i havs/sjö-botten (1), vilket aggregat även innefattar fjädringsorgan (11, 11a, 11b) anordnat att utöva en kraft på rotorn (7) vilken kraft under åtminstone en del av rotorns (7) rörelse är motriktad den av flytkroppen (3) på rotorn (7) utövade lyftkraften, varvid rotorn (7) till följd av rörelsen hos flytkroppen (3)  
10 och den av fjädringsorganet (11, 11a, 11b) utövade kraften är anordnad att utföra en fram- och återgående rörelse mellan två ändlägen definierande rotorns (7) slaglängd, varvid aggregatet är anordnat för en bestämd maximal slaglängd, kännetecknat av att fjädringsorganet (11, 11a, 11b) är anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande 50 % av rotorns (7) maximala slaglängd utöva en kraft, vars  
15 storlek varierar med en faktor som är högst 2,5.
2. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 1, kännetecknat av att storleken hos nämnda kraft varierar med en faktor som är högst 1,25.
- 20 3. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 2, kännetecknat av att storleken hos nämnda kraft är i huvudsak konstant.
4. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 3, kännetecknat av att fjädringsorganet (11, 11a, 11b) är anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande  
25 90 % av rotorns (7) maximala slaglängd utöva en kraft, vars storlek varierar med en faktor som är högst 10.
5. Vågkraftaggregat enligt patentkravet 4, kännetecknat av att fjädringsorganet (11, 11a, 11b) är anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande 90 % av  
30 rotorns (7) maximala slaglängd utöva en kraft, vars storlek varierar med en faktor som är högst 1,5.
6. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 5, kännetecknat av att fjädringsorganet innefattar en gasfjäder (11b).

7. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 6, kännetecknat av att fjädringsorganet innefattar en mekanisk fjäder (11, 11a).
8. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 7, kännetecknat av att  
5 fjädringsorganet har olinjär fjäderkaraktäristik.
9. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 8, kännetecknat av att fjädringsorganet innefattar en aktiv styrd fjäder.
- 10 10. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 9, kännetecknat av att fjädringsorganet innefattar ett flertal fjädrar.
11. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 10, kännetecknat av att fjädringsorganet är anordnat att under en kort sträcka intill det ändläge hos ro-  
15 torn (7) som motsvaras av flytkroppens (3) läge på en vågtopp vid maximal slaglängd utöva en kraft som är flera gånger större än den maximala kraften under en rörelseamplitud av 90 % av rotorns (7) maximala slaglängd.
12. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 11, kännetecknat av att nämnda korta  
20 sträcka utgör mindre än 10 % av rotorns maximala slaglängd.
13. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 11-12, kännetecknat av att fjäderor-  
ganet (11, 11a, 11b, 15) är så anordnat att kraften intill nämnda ändläge ökar med  
avtagande avstånd till ändläget.
- 25 14. Vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 11-13, kännetecknat av att fjädringsorganet (11, 11a, 11b, 15) innefattar ett eller flera separata fjädrings-  
element (15) för anbringande av kraft under nämnda korta sträcka.
- 30 15. Vågkraftaggregat enligt patentkrav 14, kännetecknat av att vardera av nämnda separata fjädringselement (15) utgöres av en mekanisk tryck- eller drag-  
fjäder.

16. Vågkraftverk kännetecknat av att det innefattar ett flertal vågkraftaggregat (20a - 20c) enligt något av patentkrav 1 - 15.

17. Användning av ett vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 15 för  
5 att generera elektrisk energi.

18. Förfarande för att generera elektrisk energi kännetecknat av att den elektriska energin genereras medelst ett eller flera vågkraftaggregat enligt något av patentkraven 1 - 15.

4  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000

# SAMMANDRAG

Uppfinningen avser ett vågkraftaggregat med en flytkropp och en elektrisk linjärgenerator. Rotorn (7) är med förbindelseorgan (4) förbunden med flytkroppen  
5 så att lyftkraft överförs från flytkroppen till rotorn (7). Fjädringsorgan (11b) utövar en kraft på rotorn (7) som är motriktad lyftkraften.

Enligt uppfinningen är fjädringsorganet (11b) anordnat att vid en rörelseamplitud motsvarande 50 % av rotorns (7) maximala slaglängd utöva en kraft, vars storlek varierar med en faktor som är högst 2,5.

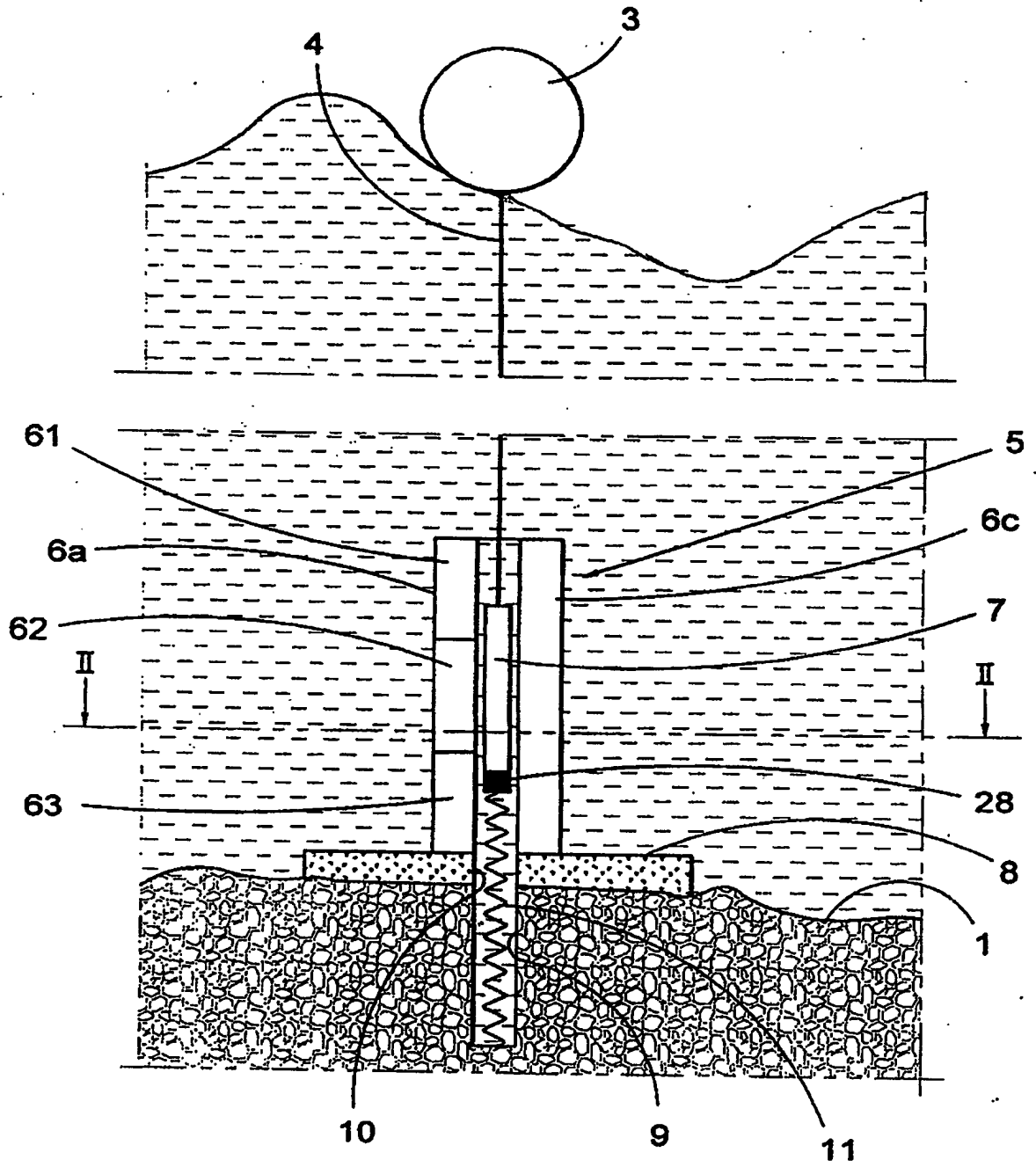
10 Uppfinningen avser även ett vågkraftverk uppbyggt av vågkraftaggregat enligt uppfinningen. Visare avser uppfinningen en användning av vågkraftaggregatet och ett förfarande för generering av elektrisk energi.

---

15 (Fig. 9 för publicering)



Fig. 1



2/5

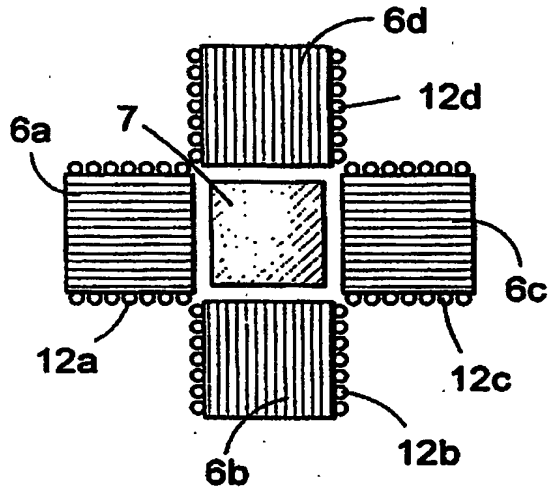


Fig. 2

Fig. 3

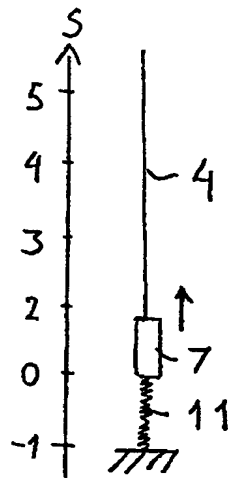


Fig. 4

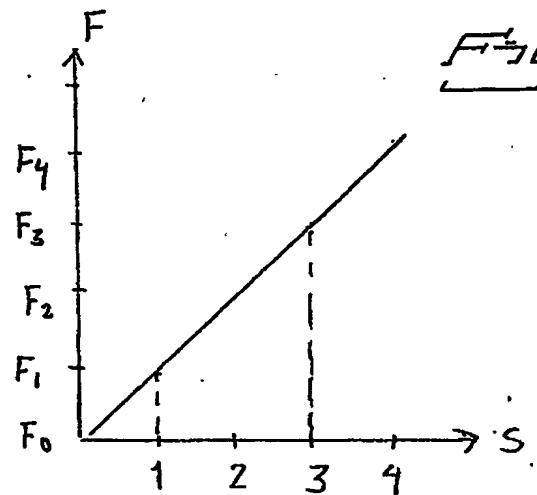


Fig. 5

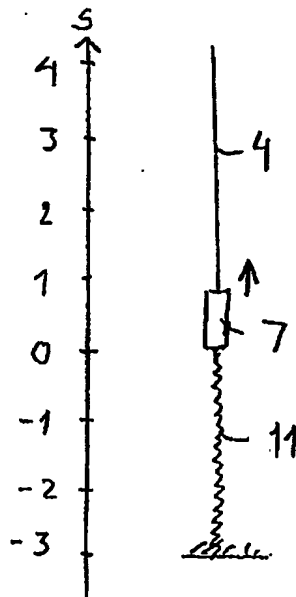
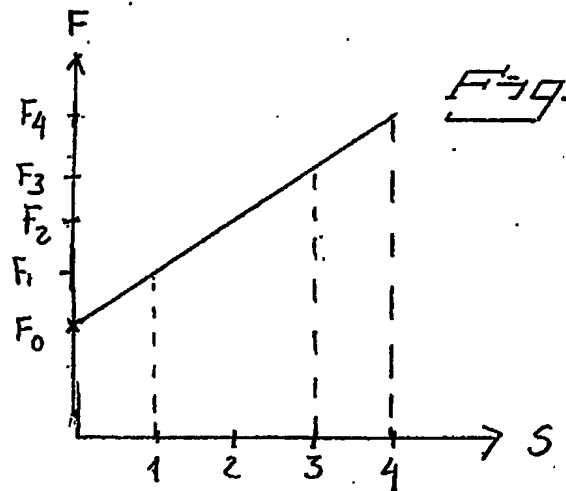


Fig. 6



3/5

Fig. 7

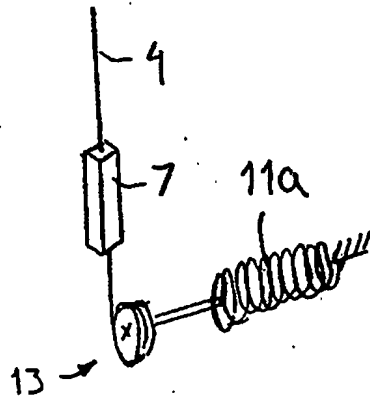


Fig. 8

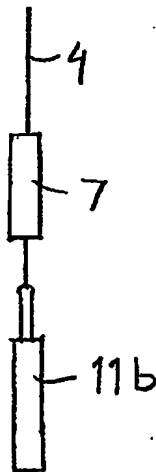
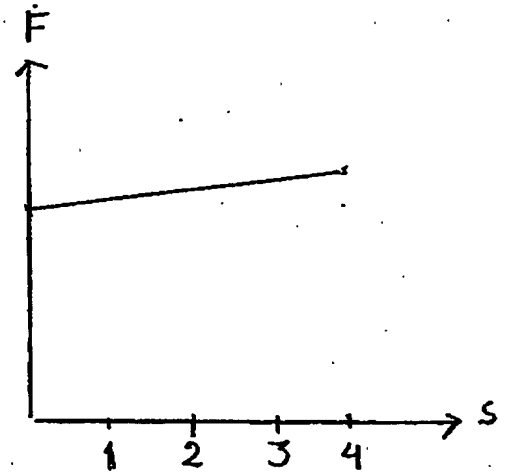


Fig. 9

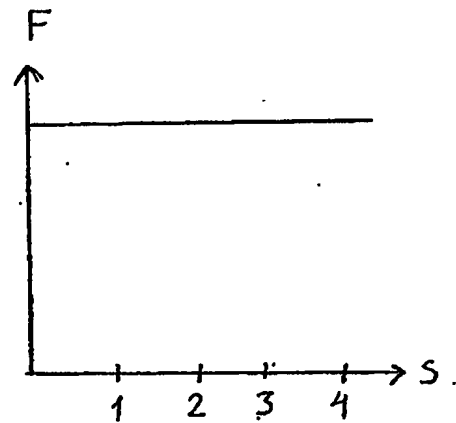


Fig. 10

4/5

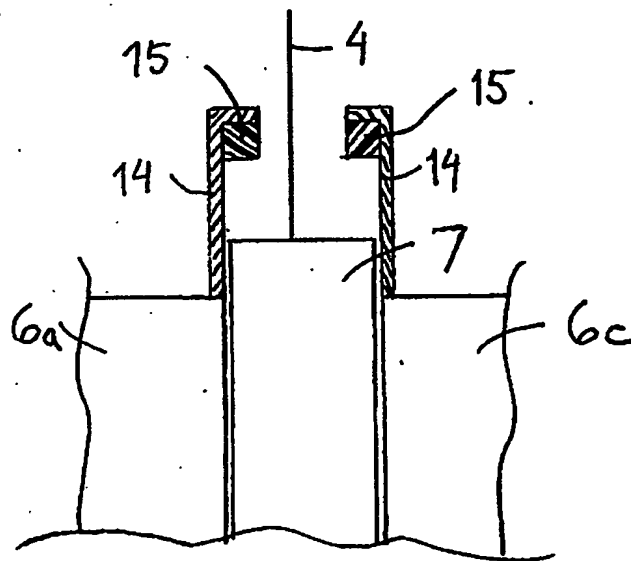


Fig. 11

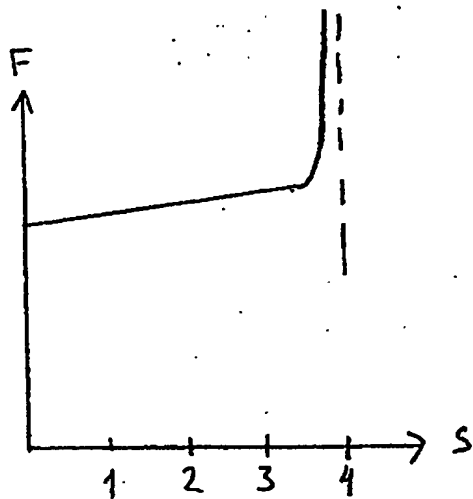


Fig. 12

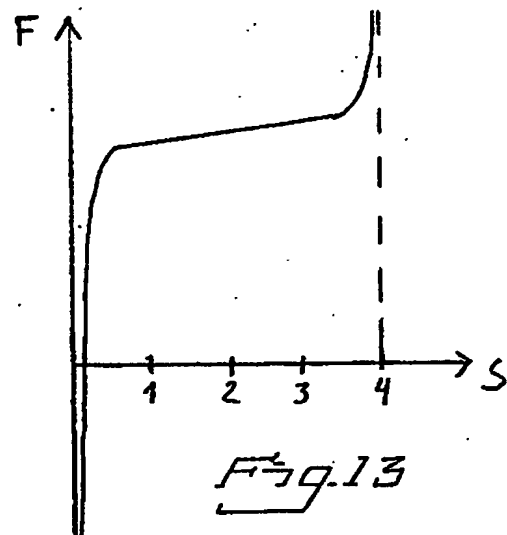


Fig. 13

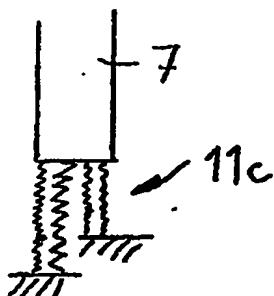


Fig. 14

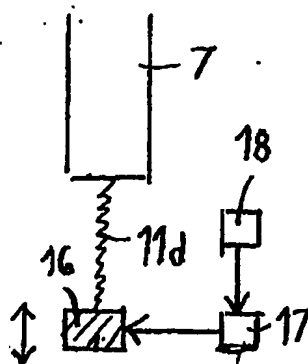


Fig. 15

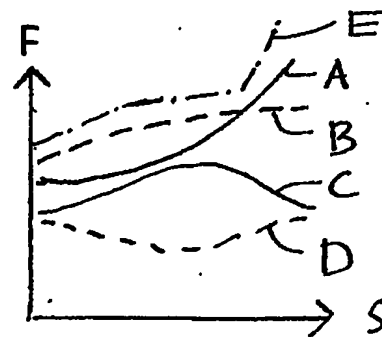


Fig. 16

5/5

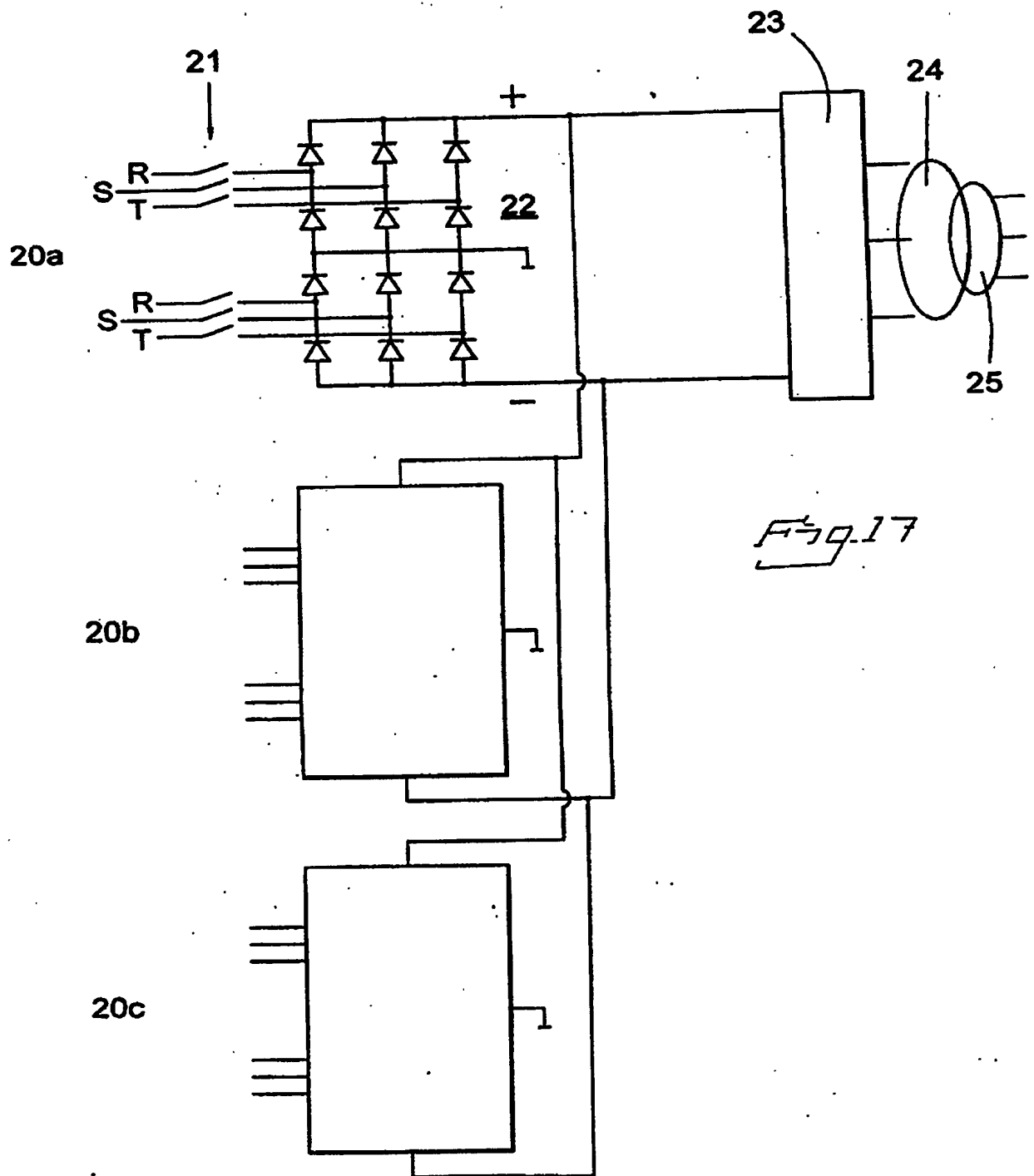


Fig. 17

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**